

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 02087103  
PUBLICATION DATE : 28-03-90

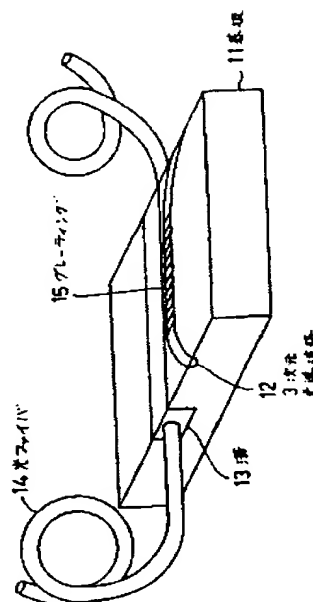
APPLICATION DATE : 26-09-88  
APPLICATION NUMBER : 63238901

APPLICANT : CANON INC;

INVENTOR : NOJIRI HIDEAKI;

INT.CL. : G02B 6/12 G02B 6/28

TITLE : OPTICAL COUPLER



ABSTRACT : PURPOSE: To decrease the light loss by the scattering, reflecting, mode unmatching, etc., which arise at the time of coupling with the optical coupler which has a 1st light guide and a 2nd light guide to be optically coupled to the 1st light guide by forming the optical coupler in such a manner that the 1st light guide has the propagation constant equal to the propagation constant of an optical fiber.

CONSTITUTION: The three-dimensional light guide 12 and a groove 13 are provided on the surface of a substrate 11 and optical coupling is effected between the single-mode optical fiber 14 embedded in the groove 13 and the three-dimensional light guide 12. A grating 15 for executing phase matching is formed atop the three-dimensional light guide 12. The 1st light guide 12 coupling to the optical fiber 14 has the propagation constant equal to the propagation constant of the optical fiber 14 in this case and, therefore, the optical coupling of the low coupling loss is executed between the optical fiber 14 and the 1st light guide 12. The coupling loss to the optical fiber 14 is decreased in this way.

COPYRIGHT: (C)1990,JPO&Japio

## ⑫ 公開特許公報(A) 平2-87103

⑤ Int. Cl.<sup>3</sup>G 02 B 6/12  
6/28

識別記号

D 7036-2H  
D 8106-2H

庁内整理番号

⑬ 公開 平成2年(1990)3月28日

審査請求 未請求 請求項の数 6 (全6頁)

⑭ 発明の名称 光カブラ

⑯ 特 願 昭63-238901

⑰ 出 願 昭63(1988)9月26日

⑱ 発 明 者 坂 田 肇 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内  
⑲ 発 明 者 野 尻 英 章 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内  
⑳ 出 願 人 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
㉑ 代 理 人 弁理士 若 林 忠

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

光カブラ

## 2. 特許請求の範囲

1. 光ファイバ(14, 24<sub>1</sub>, 24<sub>2</sub>, 34<sub>1</sub>, 34<sub>2</sub>, 44<sub>1</sub>, 44<sub>2</sub>, 54<sub>1</sub>, 54<sub>2</sub>)と光学的に接続する第1の光導波路(26, 33)と、該第1の光導波路と光結合を行なう第2の光導波路(12, 22)とを有する光カブラにおいて、

前記第1の光導波路が前記光ファイバと同等の伝搬定数を有することを特徴とする光カブラ。

2. 請求項1記載の光カブラにおいて、第1の光導波路が光ファイバ(14)自身であることを特徴とする光カブラ。

3. 請求項1記載の光カブラにおいて、第1の光導波路と第2の光導波路とを近接して設けて方向性結合器とすることを特徴とする光カブラ。

4. 請求項1記載の光カブラにおいて、第1の光導波路と第2の光導波路とが、インターコネク

ティング部上にグレーティング(45)が設けられたT字状の光導波路(43)であることを特徴とする光カブラ。

5. 請求項1記載の光カブラにおいて、第1の光導波路と第2の光導波路とが、インターコネクティング部にビームスプリッタが設けられたT字状の光導波路であることを特徴とする光カブラ。

6. 請求項1記載の光カブラにおいて、第1の光導波路と第2の光導波路とが、分岐型光導波路(51)であることを特徴とする光カブラ。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、光LAN、光CATV等の光通信システムにおいて、光ファイバから光信号を受信するための光カブラに関する。

(従来の技術)

光通信システムにおいては、光信号情報の伝送路である光ファイバと、各種端末、制御器、中継器等の、光ファイバを介して光信号情報の送信、

受信を行なう機器（以下、端末機器と総称する）との結合を低損失で実行することが非常に重要である。このことは、光通信システムのネットワーク形態がバス型、ループ型のように情報をノードを介してリレー式に送る形態であり、端末機器の増加に対して、各ノードにおける結合損失が累乗的に増加する場合には、光通信システム内に収容される端末機器数が制限されてしまうので特に問題となる。近年、光ファイバと接続する端末機器として光電子IC（以下、OEICと称す）や光ICが注目されている。このOEICおよび光ICは、レーザ、フォトディテクタ、増幅器、光スイッチ、光変調器、光分波合波器およびこれらの制御回路等の光機能デバイスを集積化することにより、新規な機能や高速動作、低消費パワー等の効果を得ることを図ったものである。

従来、OEICや光ICに内蔵されるレーザ、フォトディテクタと光ファイバとを光結合させる光カブラとしては、光導波路が用いられていた。すなわち、フォトディテクタ、グレーティング等

導波路とを有する光カブラにおいて、

前記第1の光導波路が前記光ファイバと同等の伝搬定数を有する。

第1の光導波路は光ファイバ自身であってもよいし、第1の光導波路と第2の光導波路とを近接して設けて方向性結合器としてもよい。

また、第1の光導波路と第2の光導波路とを、インターコネクティング部にグレーティングが設けられたT字状の光導波路としてもよい。

さらに、第1の光導波路と第2の光導波路とを、インターコネクティング部にビームスプリッタが設けられたT字状の光導波路としてもよい。

そして、第1の光導波路部と第2の光導波路とを、分岐型光導波路としてもよい。

（作用）

光ファイバと結合する第1の光導波路が光ファイバと同等の伝搬定数を有しているので、結合損失の少ない光結合が光ファイバと第1の光導波路の間で行なわれる。

（実施例）

をOEICや光IC内部に構成される光導波路を介して外部の光ファイバと光結合させており、光ファイバと光導波路とを接続する手段は、光ファイバ端を光導波路端面に密着させるバットカップリングや、光ファイバ端を斜めに研磨するか、もしくはグレーティングを付加して導波路上面に結合させるエバネッセントカップリングにより行なわれていた。

（発明が解決しようとする課題）

上述した従来の光カブラにおいては、OEICや光ICを構成する光導波路と光ファイバの屈折率、屈折率分布および形状が著しく異なるため、結合損失が増大してしまうという欠点がある。

本発明は、光ファイバと結合損失が少ない光結合を行なう光カブラを提供することを目的とする。

（課題を解決するための手段）

本発明の光カブラは、

光ファイバと光学的に接続する第1の光導波路と、該第1の光導波路と光結合を行なう第2の光

第1図は本発明の第1の実施例の外観を示す図である。

本実施例は、基板11の面上に3次元光導波路12および溝13を設け、該溝13に埋め込んだシングルモードの光ファイバ14と3次元光導波路12との間で光結合を行なわせるものである。なお、3次元光導波路12の上面には位相整合を行なうためのグレーティング15が形成されている。

本実施例の作製手順を以下に記す。

まず、ZカットLiNbO<sub>3</sub>である結晶状の基板11（10mm×10mm×2mm<sup>3</sup>）の上面にCrを下地としたTi膜を用いてマスクを形成し、これを250℃の安息香酸中に30分浸漬してプロトン交換を行なわせ、その後、Ti膜を除去することにより第1図に示すような両端がやや湾曲した形態で基板11の対辺間を結ぶ3次元光導波路12を作製した。次に、同様のマスクを用いて、3次元光導波路12の長手方向と並行であり、かつ近接するような直線状の溝13をイオンスバッタリング法により形成した。次に、光ファイバ14を、一部10mmの長さ（基板11の

対辺)にわたって、コアとコアの周囲数 $\mu\text{m}$ の厚さのクラッドである埋め込み部とし、該埋め込み部を前述の溝13に低屈折率接着剤とともに充填した。このとき、光導波路である光ファイバ14と3次元光導波路12は $1\text{mm}\sim 5\text{mm}$ の長さにわたって $2\mu\text{m}\sim 5\mu\text{m}$ の間隔に近接して形成されるため、光方向性結合を生じ得るが、この場合には光ファイバ14と基板11の屈折率が各々異なっているため、グレーティングを用いて位相整合を行なう必要がある。グレーティングの格子定数 $\Lambda$ は、光伝送に使用する波長を $\lambda_0$ 、基板11および光ファイバ14の屈折率をそれぞれ $n_{\text{LM}}$ 、 $n_F$ とすると次式により与えられる。

$$n_{\text{LM}} \frac{2\pi}{\lambda_0} - n_F \frac{2\pi}{\lambda_0} = \frac{2\pi}{\Lambda} \dots\dots (1)$$

ここで $\lambda_0 = 0.83\mu\text{m}$ 、 $n_{\text{LM}} = 2.23$ 、 $n_F = 1.49$ であるため、 $\Lambda \approx 1.12\mu\text{m}$ が得られる。グレーティングの形成方法としては種々な方法があるが、本実施例においてはイオンスパッタリング法を用いて3次元光導波路12上にレリーフ形のグ

本実施例は、基板21に第1の実施例で示した3次元光導波路12および溝13と同様の位置関係にあるリッジ型光導波路22と埋め込み型光導波路24とを設け、その間で光結合を行なわせるものである。

本実施例の作製手順は以下の通りである。

Siドープした $n^+$ -GaAs基板21( $10\text{mm} \times 10\text{mm} \times 2\text{mm}$ )上に、厚さ約 $1\mu\text{m}$ の $\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x\text{As}$ ( $x$ は0.05以下)であるクラッド層、厚さ約 $5\mu\text{m}$ の $n^+$ -GaAsである光導波層を順にエビタキシャル成長させ、この後フォトリソグラフィ法およびイオンビームミリングにより幅 $7\mu\text{m}$ のリッジ型光導波路22を形成した。次に、第1の実施例の場合と同様にリッジ型光導波路22の上面に位相整合用のグレーティングを装荷した。これは、格子定数 $\Lambda = 0.647(\mu\text{m})$ のAl膜からなるものである。続いて、選択エッチングにより、幅 $12\mu\text{m}$ 、深さ $10\mu\text{m}$ の溝23をリッジ型光導波路22に近接する位置に形成した。その後、クラッド層となる厚さ $2\mu\text{m}$ の $\text{SiO}_2$ を溝23中にスパッタ蒸着により形成

レーティング15を形成した。

次に、上述の工程により作成された光カブラの動作を以下の手順により確認した。

光ファイバ14の一端へ、波長 $0.83\mu\text{m}$ の半導体レーザ光とその他の光を順番に入力し、それぞれの場合について光ファイバ14の他端での出力光強度および3次元光導波路12への結合光強度を測定した。半導体レーザ光の場合については、数%の結合効率にて入射光が光導波路12へ遷移することが確認され、他の光の場合については、入射光のほとんどが光ファイバ14の他端から出力されることが確認された。このことは、散乱、吸収等による光の損失が極めて少ないことを示すものである。このため、本実施例の光カブラが、中継時に増幅を行なわないパッシブ型光ノードに使用されたときに、光減衰量を必要最小限に押さえることができる極めて有効な素子であることが確認できた。

第2図は本発明の第2の実施例の外観を示す図である。

し、次にコアとなるポリメチルメタアクリレート(以下、PMMAと称す)を溝23中に充填し、埋め込み型光導波路26を形成した。この埋め込み型光導波路26は、第1の実施例に示した光ファイバ14とほぼ同等の伝搬特性を有しており、その端面は基板21の各面と同一平面とされる。この後、先端を研磨した光ファイバ14と同様の伝搬特性を有するシングルモードの光ファイバ24<sub>1</sub>、24<sub>2</sub>を埋め込み型光導波路26の両端にコアが一致するようにアライメントして当接させ、この状態で屈折率整合が行なわれる接着剤を用いて接着し固定した。このため、外部形状が第1の実施例とほぼ同様な光カブラが作製された。

本実施例において、光損失の大部分は、光ファイバ24<sub>1</sub>、24<sub>2</sub>と、埋め込み型光導波路26内のPMMA導波層部との接合部で生じるものであるが、両者とも伝搬特性が酷似しているため、反射、散乱等の損失は極めて少なく、アライメント精度に依存した位置ずれに起因する光損失のみが生じ、その値は0.1~0.2dB程度であり、十分に低い値

であった。

本実施例の場合にも第1の実施例の場合と同様に光ファイバ25<sub>1</sub>の一端から波長 $1.3\mu\text{m}$ の半導体レーザ光およびその他の光を入射し、リッジ型光導波路22との結合効率及び光損失を測定した。その結果、第1の実施例の場合と同様に良好な結果が得られた。

なお、本実施例においては、使用する光ファイバをシングルモードのものとして説明したが、P M M A導波層部と伝搬特性がほぼ等しいマルチモードのものを使用しても良い。P M M A導波層部はマルチモードであり、 $n^{\text{--}}\text{-GaAs}$ からなるリッジ型光導波路22の光導波層部はシングルモードに近いので、結合するモードは、P M M A導波層部の伝搬モードのうちのいくつかとなり、その他のモード光はP M M A導波層部を通過することになる。

以上説明したように本実施例は、方向性結合器を構成する各導波路の伝達モードを異なるものとなっているので、使用する光ファイバの種類にか

リッジ型光導波路33はSi基板31の対辺を直線状に結ぶ形態に作成し、リッジ型光導波路35は、一端がフォトダイオード32と接し、他端はリッジ型光導波路33と光方向性結合が生じるように、リッジ型光導波路33に $3\mu\text{m}$ の間隔で沿う形態に作成した。このリッジの作成後、 $\text{SiO}_2$ をスパッタ蒸着してクラッド層を形成した。次に、リッジ型光導波路33と屈折率および径がほぼ等しい光ファイバ34<sub>1</sub>、34<sub>2</sub>の端面を研磨し、リッジ型光導波路33の両端にバットカップリングした。この場合、光ファイバ34<sub>1</sub>、34<sub>2</sub>から入射される光がリッジ型光導波路33との接合部にて損失されることは極めて少ない。

光ファイバ34<sub>1</sub>からリッジ型光導波路33に入射される光信号の一部は、近接して設置されたリッジ型光導波路35と方向性結合し、Si基板31上に形成されているフォトダイオード32に入射されるため、光信号の検出が可能となる。本実施例においては、方向性結合器を構成するリッジ型光導波路33、35の伝搬特性が等しいため、グレー

かわらず、低損失、高効率な伝送を行なうことができる。このため、リッジ型光導波路22の末端に半導体レーザ等を配置することにより、容易に光信号を送信することができる。

第3図は本発明の第3の実施例の外観を示す図である。

本実施例はSi基板31上に光結合を行なうリッジ型光導波路33、34およびホトダイオード32を設け、光結合によって得られる光信号を検出することを図ったものである。

本実施例の作製手順を以下に記す。

まず、フォトダイオード32が一部の面上に予め形成されているSi基板31を水蒸気加湿した酸素雰囲気中で熱酸化させ、バッファ層となる $\text{SiO}_2$ 層を形成させた。続いて $\text{SiO}_2$ と $\text{Ta}_2\text{O}_5$ の混成膜を屈折率が1.49となるように調整して成膜し、膜厚 $8\mu\text{m}$ の光導波層を形成した。次に、フォトリソグラフィ法とイオンビームエッチング法により幅、高さともに $8\mu\text{m}$ の第1および第2の光導波路であるリッジ型光導波路33、35を形成した。

ティングによる位相整合の必要がなく、第1、第2の実施例と比較してさらに光損失が低減された。

第4図は本発明の第4の実施例の外観を示す図である。

本実施例は、第3の実施例において、基板上に形成される導波路をT字状とし、第1および第2の光導波路としたものである。

本実施例において、フォトディテクタ42が形成された基板41上にリッジ型光導波路43を構成する工程は第3の実施例と同様であるため省略する。このリッジ型光導波路43は、基板41の対辺を結ぶ方向（以下、第1の方向と称す）に直線状に設けられ、その両端に第3の実施例と同様の手順により光ファイバ44<sub>1</sub>、44<sub>2</sub>が取り付けられている第1の光導波路である第1の部分と、第1の部分から分岐して第1の方向と垂直方向に延在し、その開放端がフォトディテクタ42と接するように形成された第2の光導波路である第2の部分から構成されている。リッジ型光導波路43の形成後、第1の

部分と第2の部分とが接続するインターコネクティング部にグレーティング45を第1の方向に対して45°傾いた形態に作り、入射光のうちの特定波長の光がブラッグ反射され、リッジ型光導波路43の第2の部分に入射されるようにした。このため、光ファイバ44<sub>1</sub>に入力された光信号の一部がフォトディテクタ42に入射されるため、光信号を検出することができる。

なお、本実施例においては、特定波長を分岐するためにグレーティングを用いたが、インターコネクティング部に狭いギャップを形成してビームスプリッタとしても同様の効果が得られる。

第5図は本発明の第5の実施例の外観を示す図である。

本実施例は、第3および第4の実施例に示したリッジ型光導波路を図に示すような分岐構造とし、第1および第2の光導波路としたものである。

本実施例においてはフォトディテクタ52が形成された基板53上に、リッジ型光導波路51をフォ

しては、ファイバ自身、SiO<sub>2</sub>、ガラス、有機薄膜等が挙げられる。

(発明の効果)

本発明は以上説明したように構成されているので、以下に記載されるような効果を奏する。

請求項1に記載の光カブラにおいては、伝搬特性が光ファイバと同等の第1の光導波路を用いることにより、結合の際に生じる散乱、反射、モード不整合等による光損失が低減される。

請求項2に記載の光カブラにおいては、第1の光導波路に光ファイバ自身が使用されているので、上記効果がさらに増加する。

請求項3に記載の光カブラにおいては、方向性結合器が構成されているので、上記効果のほかに第2の導波路部を利用して送信機または受信機を構成することが容易となる。

請求項4に記載の光カブラにおいてはグレーティングが上部に設けられたT字状の光導波路によって第1および第2の光導波路が構成されているため、第1および第2の光導波路を別々に構

造する場合は、リソグラフィー法とイオンビームエッチング法によって幅、高さともに8μmとなるように形成し、この後SiO<sub>2</sub>をスパッタ蒸着してクラッド層を形成した。リッジ型光導波路51は、基板53の対辺を結ぶ直線状の第1の光導波路である第1の部分と、第1の部分から徐々に分岐し、その開放端がフォトディテクタ52と接するように形成された曲がり導波路状の第2の光導波路である第2の部分から構成されている。リッジ型光導波路51の形成後、第1の部分に第3および第4の実施例と同様の手順により光ファイバ54<sub>1</sub>、54<sub>2</sub>を取り付けた。このため、光ファイバ54<sub>1</sub>に入力された光信号の一部が第3、第4の実施例と同様にフォトディテクタ42に入射されるため、光信号を検出することが可能となる。

なお、本発明の各実施例において、光ファイバと結合する基板としてはGaAsを例としたが、その他にはLiNbO<sub>3</sub>、InP、Si、ガラス、有機薄膜、ZnO、PLZT等が好適である。また、光ファイバと同等な伝搬特性を有することができる光導波路と

成する場合と比べて製造工程を省くことができるとともに、特定波長の光信号を選択的に検出することができる。

請求項5に記載の光カブラにおいてはビームスプリッタが設けられたT字状の光導波路によって第1および第2の光導波路が構成されているので、請求項4に記載の光カブラの場合と同様に製造工程を省くことができるとともに、すべての波長の光信号を検出することができる。

請求項6に記載の光カブラにおいては、分岐型光導波路によって第1および第2の光導波路部を構成することにより、基板上にフォトディテクタ等とともに形成する際の設計自由度を増すことができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図乃至第5図は本発明の第1乃至第5の実施例の外観を示す図である。

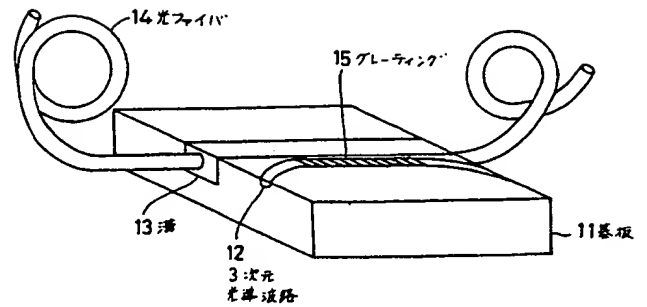
11、21、31、41、51…基板、

12…3次元光導波路、

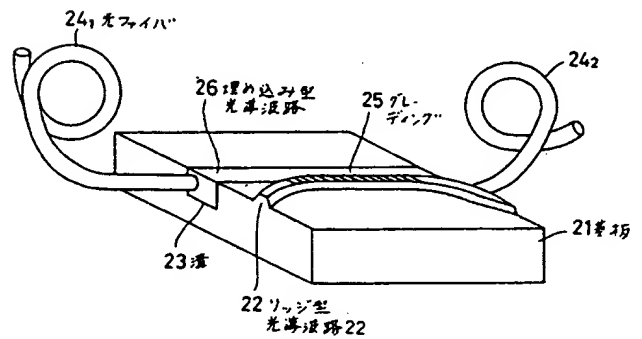
13、23…溝、

14, 24<sub>1</sub>, 24<sub>2</sub>, 34<sub>1</sub>, 34<sub>2</sub>, 44<sub>1</sub>, 44<sub>2</sub>, 54<sub>1</sub>, 54<sub>2</sub>  
 ……光ファイバ、  
 15, 25, 45……グレーティング、  
 22, 33, 35, 43, 51……リッジ型光導波路、  
 32……フォトダイオード、  
 42, 52……フォトディテクタ。

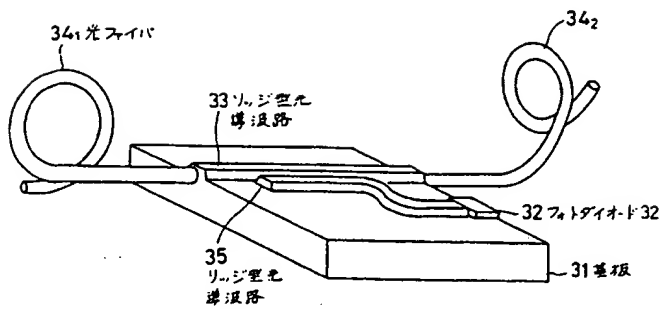
特許出願人 キヤノン株式会社  
 代理人 若 林 忠



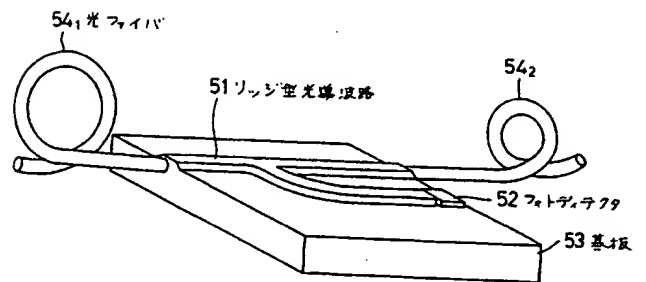
第 1 図



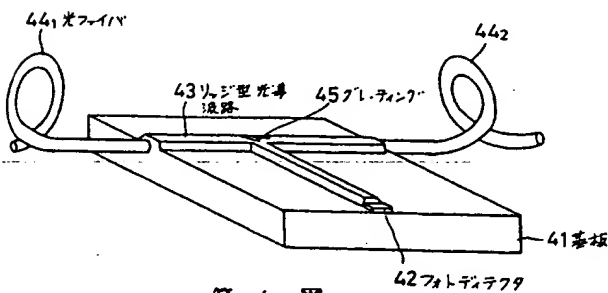
第 2 図



第 3 図



第 5 図



第 4 図